Modélisation POU_D_EM

Résumé :

La modélisation POU_D_EM correspond à la formulation d'éléments de poutre multifibre (poutre de section hétérogène divisée en plusieurs fibres).

Elles sont utilisables pour des problèmes tridimensionnels en analyse mécanique linéaire et non linéaire.

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

Table des Matières

1 Discrétisation....3
1.1 Degrés de libertés.... 3
1.2 Maille support des matrices de rigidité.... 3
1.3 Maille support des chargements.... 3
1.4 Principales caractéristiques de la modélisation.... 3
2 Affectation des caractéristiques.... 4
3 Chargements supportés.... 5
4 Possibilités non-linéaires.... 5
4.1 Loi de comportements.... 5
4.2 Déformations.... 5
5 Exemples de mise en œuvre : cas-tests.... 6

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

1 Discrétisation

1.1 Degrés de libertés

Pour la modélisation de poutre multifibre en tridimensionnel les degrés de liberté de discrétisation sont, en chaque nœud de la maille support, les six composantes de déplacement (trois translations et trois rotations). Ces nœuds sont supposés décrire un segment de la fibre moyenne de la poutre.

Élément fini	Degrés de liberté (à chaque nœud sommet)					
POU_D_EM	DX	DY	DZ	DRX	DRY	DRZ

1.2 Maille support des matrices de rigidité

Les mailles support des éléments finis, en formulation déplacement, sont des segments à deux nœuds SEG2 :

Modélisation	Maille	Élément fini	Remarques
POU_D_EM	SEG2	MECA_POU_D_EM	

1.3 Maille support des chargements

Comme pour les éléments de poutre classiques (POU_D_E), tous les chargements applicables aux éléments de poutre multifibre sont traités par discrétisation directe sur la maille support de l'élément en formulation déplacement.

Aucune maille support de chargement n'est donc nécessaire pour le bord des éléments de poutre ou de barre.

1.4 Principales caractéristiques de la modélisation

La modélisation POU_D_EM est basée sur la résolution d'un problème de poutre pour lequel chaque section définie est divisée en plusieurs fibres.
Chaque fibre se comporte alors comme une poutre d'Euler, c'est-à-dire que les sections restent droites et perpendiculaires à la fibre moyenne (hypothèse de grand élancement).
La section peut être de forme quelconque.

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

2 Affectation des caractéristiques

Pour cet élément de structures 1D, il est nécessaire d'affecter des caractéristiques géométriques qui sont complémentaires aux données de maillage. La définition de ces données est effectuée avec la commande AFFE_CARA_ELEM associé aux mots clés facteurs suivants :

- **AFFE_SECT**
  Permet d'associer un maillage plan de section à un élément poutre.
- **AFFE_FIBRE**
  Permet d'associer une section constituée de une ou plusieurs fibres ponctuelles à un élément poutre.
- **POUTRE**
  Permet d'associer une caractéristique géométrique de torsion à un élément poutre.
- **ORIENTATION**
  Permet de "tourner" le maillage plan de la section autour de l'axe de la poutre.

Remarques sur les caractéristiques de la modélisation :

- Dans le cadre d'une modélisation de type multifibre, il y a deux "niveaux" de modélisation. Il y a la modélisation dite "longitudinale" qui sera représentée par une poutre (de support géométrique SEG2) et une modélisation plane de la section (perpendiculairement au SEG2).
  L'opérande **AFFE_SECT** permet d'associer un maillage plan de section à un élément poutre. L'opérande **AFFE_FIBRE** permet d'associer une section constituée de une ou plusieurs fibres ponctuelles (définies par leur position et surface) à un élément poutre.
- En général dans la modélisation plane de la section, plusieurs matériaux cohabitent. Par exemple, dans une section béton armée, il y a à la fois du béton et des armatures. Dans ce cas là, l'opérateur **CREA_MAILLAGE** permet de dupliquer le support E.F. afin qu'il n'y ait qu'un seul matériau par support.
- L'opérande **POUTRE** est utilisé pour affecter une caractéristique géométrique de torsion (JX) qui ne peut être calculée à partir du maillage plan de la section. Si l'on utilise la valeur GENERALE pour le mot-clé SECTION de l'opérande POUTRE, il faut donner les caractéristiques (CARA) A, IY et IZ en plus de JX car l'opérateur AFFE_CARA_ELEM attend au minimum ces quatre caractéristiques pour une poutre classique.
  Les valeurs (VALE) données à A, IY et IZ ne sont pas utilisées par l'élément POU_D_EM, car elles sont calculées à partir du maillage plan de la section. Par contre une vérification de la cohérence des informations (AIRE et INERTIE) fournies d'une part par A, IY, IZ et d'autre part par les mots clés AFFE_SECT et AFFE_FIBRE est réalisée. Le critère d'erreur est basé sur l'erreur relative et est comparé soit à la valeur par défaut soit à celle donnée par l'utilisateur via les mots clés PREC_AIRE et PREC_INERTIE. (Cf. commande AFFE_CARA_ELEM mots clés PREC_AIRE et PREC_INERTIE de l'opérande POUTRE).
- L'opérande **ORIENTATION** est utilisé en général pour "tourner" le maillage plan de la section autour de l'axe de la poutre (CARA 'ANGL_VRIL'). En effet, par défaut, l'axe x (horizontal) du maillage plan de la section est confondu avec l'axe y de la poutre (voir [Figure 2-a]).

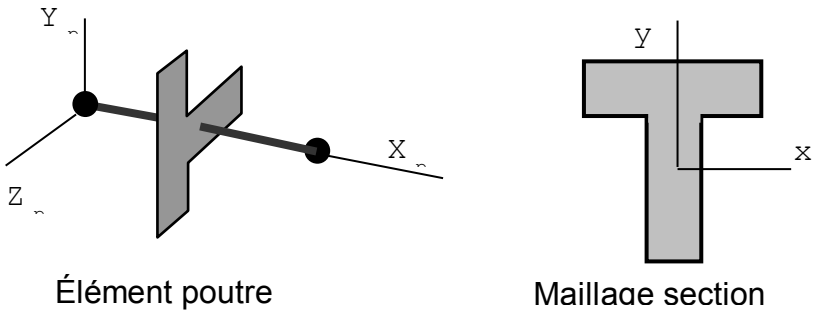

Figure 2-a : Orientation par défaut du maillage plan par rapport à l'élément poutre

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

3 Chargements supportés

Les chargements disponibles sont les suivants :

- **'FORCE_POUTRE'**
  Permet d'appliquer des forces linéiques.
- **'PESANTEUR'**
  Permet d'appliquer un chargement de type pesanteur.
- **'ROTATION'**
  Permet de définir la vitesse de rotation et le vecteur de rotation.

L'application d'un chargement de dilatation thermique est effectué en définissant le mot clé facteur AFFE_VARC sous AFFE_MATERIAU [U4.43.03].

4 Possibilités non-linéaires

4.1 Loi de comportements

Les lois de comportements spécifiques à cette modélisation, utilisables sous COMP_INCR dans STAT_NON_LINE et DYNA_NON_LINE sont les suivantes, Cf. [U4.51.11] :

```
/   'CORR_ACIER'
/   'LABORD_1D '
/   'PINTO_MENEGOTTO'
/   'VMIS_CINE_LINE'
/   'VMIS_ISOT_LINE'
/   'VMIS_ISOT_TRAC'
/   'GRAN_IRRA_LOG'
```

De plus, il est possible pour cette modélisation, qui utilise un état de contraintes monodimensionnel d'utiliser les comportements 3D en utilisant le mot-clé ALGO_1D (METHODE = DEBORST).

Cependant, il n'est actuellement possible d'utiliser ce type de loi 3D via ALGO_1D que si on utilise qu'un seul matériau par élément fini.

4.2 Déformations

Seul les déformations linéarisées mot-clé 'PETIT' sous DEFORMATION sont disponibles dans les relations de comportement (Cf. [U4.51.11]).

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

5 Exemples de mise en œuvre : cas-tests

Statique linéaire

- SSLL111A [V3.01.111] : Réponse statique d'une poutre en béton armé (section en T) avec un comportement linéaire soumis à trois cas de charge successifs : une force ponctuelle, le poids propre et une élévation de température.

Statique non-linéaire

- SSNL119A [V6.02.119] : Essai de flexion 3 points, réponse statique d'une poutre en béton armé (section rectangulaire) avec un comportement non linéaire de La Borderie.

Dynamique linéaire

- SDLL130B [V2.02.130] : Réponse sismique d'une poutre en béton armé (section rectangulaire) à comportement linéaire.

Dynamique non-linéaire

- SDNL130A [V5.02.130] : Réponse sismique d'une poutre en béton armé (section rectangulaire) à comportement non linéaire.

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)